

# **Povezanost antropometričnih meritev in odstotka telesnega maščevja pri najstnikih**

**Biologija**

**RAZISKOVALNA NALOGA**

**Avtorja:**

**Neli HADŽIĆ, 9.b**

**Liam ZOHIL, 9.b**

**Mentorica:**

**Ana KOŠIR**

Ljubljana, marec 2022

**OŠ Karla Destovnika – Kajuha, Ljubljana**

## Kazalo vsebine

<b>Povzetek .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Uvod.....</b>	<b>5</b>
1.1 Namen raziskave.....	5
1.2 Hipoteze.....	5
<b>2 Teoretični del .....</b>	<b>6</b>
2.1 Kriteriji za opredelitev debelosti.....	8
2.1.1 Indeks telesne mase .....	8
2.1.2 Bioelektrična impedanca .....	9
2.1.3 Kožne gube.....	9
<b>3 Raziskovalni del.....</b>	<b>11</b>
3.1 Materiali in metode dela .....	11
3.2 Obdelava podatkov .....	12
<b>4 Rezultati .....</b>	<b>15</b>
<b>5 Razprava .....</b>	<b>19</b>
<b>6 Zaključek in sklepi.....</b>	<b>22</b>
6.1 Potrditev oz. zavrnitev hipotez .....	22
6.2 Sklepi.....	22
6.3 Nadaljnje delo.....	23
<b>7 Zahvale .....</b>	<b>23</b>
<b>8 Priloge.....</b>	<b>24</b>
<b>9 Viri in literatura .....</b>	<b>28</b>

## Kazalo slik

Slika 1: Delež podhranjenih, normalno prehranjenih, prekomerno težkih in debelih deklet ter fantov v šolskih letih 2013/2014 (notranji krog) in 2014/2015 (zunanji krog) (2). .....	7
Slika 2: Trendi sprememb debeline triceps kožne gube slovenskih osnovnošolcev v obdobju 1991-2020 (3).....	7
Slika 3: Trendi sprememb indeksa telesne mase slovenskih osnovnošolcev v obdobju 1991-2020 (3)..	8
Slika 4: Namestitev elektrod za bioimpedančno meritev (12). .....	12
Slika 5: Rastne krivulje za fante med 2. in 20. letom starosti (13).....	13

## **Kazalo tabel**

Tabela 1: 75. percentila kožne gube tricepsa pri fantih in dekletih v starosti 12 – 15 let (10).....	10
Tabela 2: Primerjava povprečnih vrednosti meritev med spoloma .....	15
Tabela 3: Primerjava med izračunanim in izmerjenim odstotkom maščevja po spolu .....	16
Tabela 4: Povezanost antropometričnih vrednosti in odstotka maščevja (BIA). .....	16
Tabela 5: Razdelitev otrok v skupino normalno težkih (A) in prekomerno težkih/debelih (B) po različnih kriterijih.....	17
Tabela 6: P vrednosti hi kvadrat testa za povezanost napovedi prekomerne telesne mase in debelosti med posameznimi kriteriji.....	17
Tabela 7: Primerjava povprečnih vrednosti meritev med treniranimi in netreniranimi otroci.....	18
Tabela 8: Primerjava povprečnih vrednosti odstotka maščevja, izmerjenih z bioimpedančno metodo.	20
Tabela 9: Napoved odstotka telesnega maščevja z enačbo po Slaughterju.....	21

## **Kazalo prilog**

Priloga 1: Pisne informacije in soglasje .....	24
Priloga 2: Merilni list .....	25
Priloga 3: Izmerjene antropometrične vrednosti .....	26
Priloga 4: Izračunane antropometrične vrednosti.....	27

## Povzetek

Debelost in prekomerna telesna masa postajata vedno pogostejši problem tudi med otroci in najstniki zaradi današnjega načina življenja. Status hranjenosti se lahko določa z indeksom telesne mase, obsegom pasu, debelinami kožnih gub ali izmerjenim odstotkom maščevja. Odločili smo se, da bomo v naši raziskovalni nalogi preverili medsebojno povezanost teh vrednosti ter opredelili, kako se napoved prekomerne telesne mase/debelosti razlikuje glede na različne kriterije. V naši raziskavi je sodelovalo 21 deklet in 15 fantov, ki smo jim izmerili stegensko, tricepsovo, trebušno in prsno kožno gubo. Izmerili smo jim tudi telesno maso, telesno višino, obseg pasu ter z bioimpedančno meritvijo tudi odstotek maščevja. Ugotovili smo, da so antropometrične vrednosti (debeline kožnih gub, ITM in obseg pasu) dobro povezane z odstotkom telesnega maščevja predvsem pri dekletih. Z enostavnimi antropometričnimi vrednostmi opredeljen delež otrok s prekomerno telesno maso/debelostjo je višji kot pri določanju debelosti z uporabo bioimpedančno izmerjenega odstotka telesnega maščevja. Pri napovedi odstotka maščevja z enačbami moramo biti previdni, katero uporabimo, saj niso vse enačbe uporabne za vse starosti. Če želimo napovedati odstotek maščevja pri najstnikih z ustrezno enačbo, bi morali spremljati tudi podlopatično kožno gubo.

**Ključne besede:** kožna guba, bioimpedanca, napovedna enačba, indeks telesne mase, obseg pasu

# **1 Uvod**

Čezmerna prehranjenost in debelost pri otrocih in najstnikih so velik problem sodobnega časa. Zanimivo je, kako se prekomerna hranjenost in debelost določata, saj so na voljo različni podatki, kot so: telesna višina in masa, indeks telesne mase, obseg pasu, debelina kožne gube in odstotek maščevja. V nalogi smo želeli raziskati in spoznati povezanost med njimi.

## **1.1 Namen raziskave**

Preveriti želimo, kako točne so napovedi odstotka telesnega maščevja in debelosti pri najstnikih z uporabo različnih enostavnih antropometričnih meritev, ki jih redno merimo. Sem sodijo indeks telesne mase, razmerje obsega pasu in telesne višine, debelina kožne gube nadlahti in izračun odstotka maščevja po Leanovi in Pollockovi enačbi. Rezultate bomo primerjali z rezultati bioimpedančne meritve.

## **1.2 Hipoteze**

H1: Z enostavnimi antropometričnimi meritvami lahko točno napovemo prekomerno telesno maso/debelost pri najstnikih.

H2: Antropometrične vrednosti debeline kožnih gub, indeksa telesne mase in razmerja obseg pasu/višina so dobro povezane z izmerjenim odstotkom telesnega maščevja.

## 2 Teoretični del

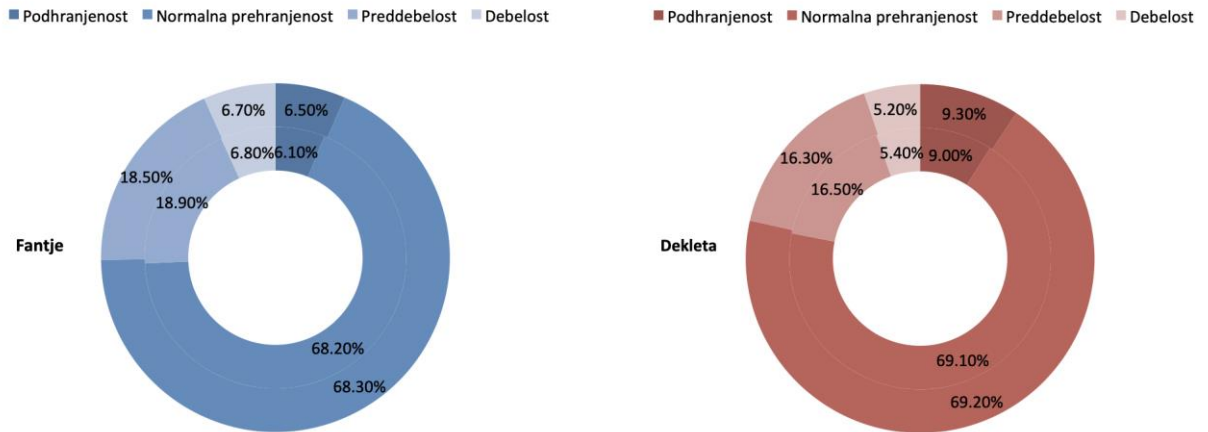
Čezmerna prehranjenost in debelost pri otrocih in najstnikih je zelo odvisna od okolja in razmer, v katerih ti živijo. Večina jih trenutno živi v okolju, v katerem so izpostavljeni številnim možnostim prevelikega vnosa kalorij, ki jih pa kasneje ne porabijo. To pomeni, da imajo otroci ves čas na voljo velike količine visokokaloričnih jedi, ki jih kasneje zaradi današnjega pretežno sedečega življenjskega sloga ne porabijo.

Na razvoj debelosti (kljub pomembnemu vplivu genetske predispozicije) odločilno vplivajo dejavniki okolja, kot so prehrana, telesna dejavnost, onesnaževalci okolja, motnje spanja idr. Hormonske motnje ter genetske in sindromske oblike debelosti so zelo redek vzrok čezmerne prehranjenosti in debelosti (Kotnik, 2017).

Čezmerna prehranjenost in debelost pri otrocih in mladostnikih sta kratkoročno in dolgoročno povezani s pomembnimi bolezenskimi stanji, ki znatno vplivajo na kakovost življenja. Pri debelosti se pojavi večja možnost različnih zapletov. Opredelimo jih med presnovne zaplete (hiperinzulinizem, zamaščenost jeter, nealkoholni steatohepatitis, ciroza jeter, sladkorna bolezen tipa 2, dislipidemija, okvare ledvic in napake v rasti in razvoju) in nepresnovne zaplete (težave z dihalni, poškodbe kosti, motnje vida, glavoboli in draženje oz. lokalne okužbe kože (Gabrijelčič Blenkuš & Robnik, 2016; Kotnik, 2017).

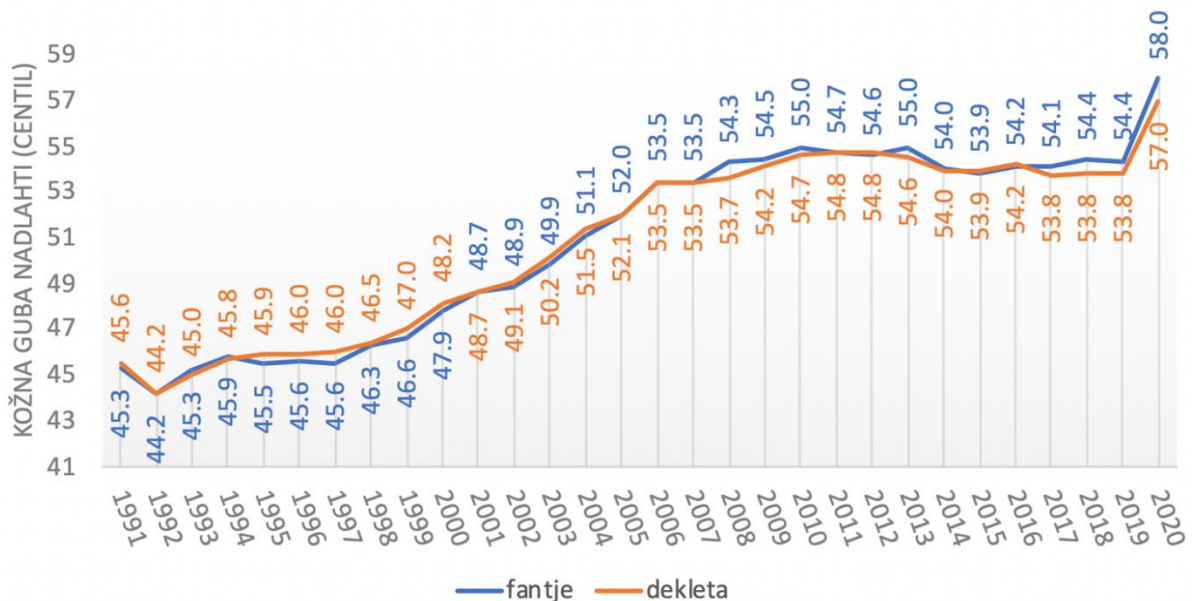
Zaradi teh zapletov in naraščajočega števila prekomerno težkih otrok postaja debelost vedno večji problem po vsem svetu in vzbuja skrb, saj predstavlja veliko tveganje za povečanje rakavih in srčno-žilnih bolezni ter sladkorne bolezni.

V Sloveniji smo še vedno priča epidemiji prekomerne telesne mase in debelosti pri otrocih mladostnikih, ki pa se v nekaterih starostnih skupinah in z nekaterimi razlikami po spolu umirja. Podatki SLOfit (podatki iz športno-vzgojnega kartona) in Pediatrične klinike kažejo, da se je v zadnjem desetletnem obdobju trend naraščanja prekomerne telesne mase in debelosti pri otrocih in mladostnikih v Sloveniji začel ustavljati in v zadnjem petletnem obdobju tudi upadati (Gabrijelčič Blenkuš & Robnik, 2016) (Slika 1).

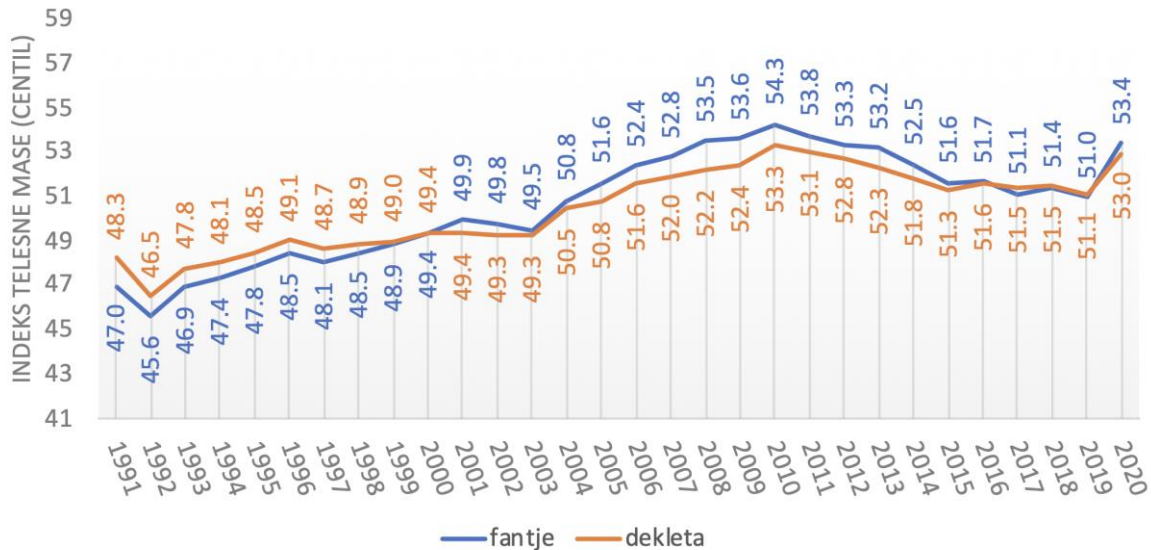


Slika 1: Delež podhranjenih, normalno prehranjenih, prekomerno težkih in debelih deklet ter fantov v šolskih letih 2013/2014 (notranji krog) in 2014/2015 (zunanji krog) (Gabrijelčič Blenkuš & Robnik, 2016).

V šolskem letu 2019/20 smo se soočali z epidemijo virusa COVID-19, zaradi katerega so bile osnovne šole zaprte od sredine marca 2020 pa do konca maja 2020. V tem času SLOfit poroča o upadu gibalnih sposobnosti osnovnošolskih otrok, porastu debeline kožne gube tricepsa (Slika 2) in dvigu ITM (Slika 3) (Starc et al., 2020).



Slika 2: Trendi sprememb debeline triceps kožne gube slovenskih osnovnošolcev v obdobju 1991-2020 (Starc et al., 2020).



Slika 3: Trendi sprememb indeksa telesne mase slovenskih osnovnošolcev v obdobju 1991-2020 (Starc et al., 2020).

## 2.1 Kriteriji za opredelitev debelosti

Meja, pri kateri se lahko posameznika opredeli kot prekomerno težkega oz. debelega ni popolnoma jasna, še posebej pri otrocih, pri katerih je to zelo odvisno od njihovega razvoja. Najnatančneje bi lahko delež maščevja v telesu opredelili s podvodnim tehtanjem, a je to zelo zamudno, zato uporabljamo druge priročnejše metode. Nekoliko hitrejša, a še vedno zelo zanesljiva metoda, je dvoenergetska rentgenska absorpciometrija (t. i. DXA). Pri njej je posameznik izpostavljen sicer zelo majhnemu sevanju, vendar ravno zato tudi ta metoda ni povsem primerna za raziskovanje večjega števila posameznikov. Kot mejo za prekomerno telesno maso/debelost so za fante določili 25 % telesnega maščevja in 30 % telesnega maščevja za dekleta (Sardinha et al., 1999; Taylor et al., 2003).

### 2.1.1 Indeks telesne mase

Najpogostejša metoda je določanje indeksa telesne mase (ITM). Pri otrocih in najstnikih čezmerno prehranjenost opredelimo pri ITM nad 85. percentilo za starost in spol, debelost pa nad 95. percentilo (Kotnik, 2017). Uporabljamo tudi meritve obsega pasu, ki so povezane z deležem maščevja v trebušni votlini, ki je še posebej povezan z večjo verjetnostjo zapletov debelosti. Tako kot za ITM tudi za obseg pasu pri otrocih in mladostnikih uporabljamo



percentilne krivulje. Na osnovi podatkov o obsegu pasu in telesni višini lahko izračunamo indeks med telesno višino in obsegom pasu, ki dobro napoveduje srčno-žilne zaplete, povezane s čezmerno prehranjenostjo. Na splošno velja, da je vrednost indeksa med telesno višino in obsegom pasu, ki je večja od 0,5, povezana s povečanim tveganjem za prej omenjene zaplete (Kotnik, 2017).

### **2.1.2 Bioelektrična impedanca**

Analiza bioelektrične impedance (BIA) je pogosto uporabljena metoda za oceno sestave telesa, zlasti telesne maščobe in mišične mase. Pri BIA skozi telo teče šibek električni tok in izmeri napetost, da se izračuna impedanca (upor) telesa. Večina telesne vode je shranjena v mišicah. Če je človek bolj mišičast, obstaja velika verjetnost, da bo imel tudi več telesne vode, kar vodi do nižje impedance. BIA dejansko določa električno impedanco ali nasprotovanje pretoku električnega toka skozi telesna tkiva ter je dober pokazatelj deleža celotne telesne vode (TBW), ki se potem uporablja za oceno telesne mase brez maščobe. Razlika med celokupno telesno maso in telesno maso brez maščobe je masa telesne maščobe. Številne starejše raziskave so pokazale, da je BIA precej spremenljiva in je pri mnogih vzbujala dvome, da zagotavlja natančne mere telesne sestave. V zadnjih letih so tehnološke izboljšave BIA naredile nekoliko bolj zanesljiv in zato bolj sprejemljiv način merjenja sestave telesa (*Analiza Bioelektrične Impedance - Sl.Rinaldipedia.Com*, 2022).

### **2.1.3 Kožne gube**

Zelo uporabna pri določanju debelosti je tudi antropometrija, ki se ukvarja s človeškimi merami. Z različnimi inštrumenti in metodami se lahko določi velikost in obliko telesa, izmeri ali oceni telesno sestavo ter izračuna različna razmerja (indekse). Antropometrične meritve v dietetiki služijo za oceno prehranskega statusa, pri otrocih pa tudi za oceno in spremljanje rasti. Neposredno služijo tudi za oceno telesne sestave in energetske potrebe ter pri načrtovanju prehrane in spremljanju napredka. Najpogosteje se poslužujemo meritev telesne višine, telesne mase, telesnih obsegov, kožne gube, analize telesne sestave in indeksa telesne mase (*Antropometrične Meritve – Prehranska Klinika*, 2022).

Dober kazalec količine telesnega maščevja je debelina kožnih gub. V športno-vzgojnem kartonu (ŠVK) se spremlja kožna guba nadlahti, ki se meri nad mišico triceps (KGT; kožna guba tricepsa). V raziskavi, ki so jo opravili na 5613 slovenskih otrocih, so ugotovili, da imajo otroci z debelostjo KGT med 5 do 10 mm normalno (zdravo) telesno maso. Otroci z debelostjo KGT  $\geq 26$  mm so imeli debelost, pri vrednostih med 16 in 25 mm so imeli prekomerno telesno maso (Planinšec & Fošnarič, 2009). V tujih raziskavah so ugotovili, da ima KGT boljše povezavo z odstotkom telesnega maščevja kot pa ITM, obseg pasu ali obseg nadlahti (Sardinha et al., 1999; Sarría et al., 1998). V raziskavi so ugotovili, da imajo otroci s KGT  $\geq 75.$  percentili prekomerno telesno maso oz. debelost (Sarría et al., 1998). Za uporabo takšnega kriterija potrebujemo izdelane percentilne razrede KGT (Addo & Himes, 2010), ki jih pa v Sloveniji nimamo, vendar pa lahko uporabljamo ameriške podatke (Tabela 1).

Tabela 1: 75. percentila kožne gube tricepsa pri fantih in dekletih v starosti 12 – 15 let (Addo & Himes, 2010)

Starost	75. percentila	
	fantje	dekleta
12,00 - 12,49	13,45	17,4
12,50 – 12,99	13,36	17,84
13,00 – 13,49	13,17	18,29
13,50 – 13,99	12,89	18,76
14,00 – 14,49	12,59	19,25
14,50 – 14,99	12,28	18,75

## 3 Raziskovalni del

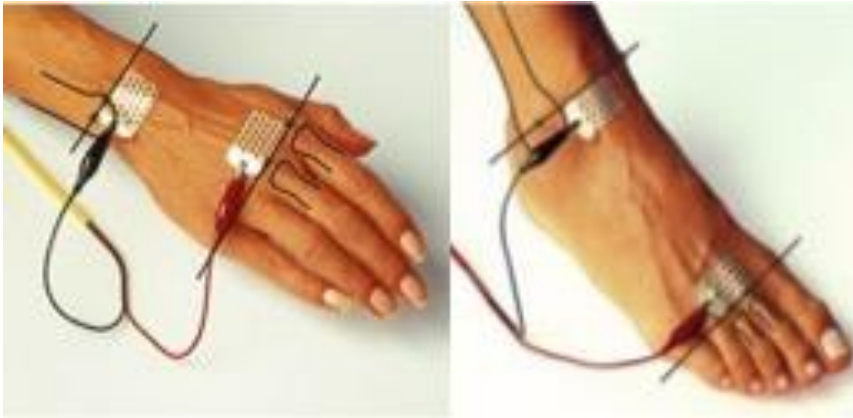
### 3.1 Materiali in metode dela

K sodelovanju smo povabili učenke in učence 8. in 9. razreda Osnovne šole Karla Destovnika-Kajuha Ljubljana. Učencem sva predstavila najino nalogo. Razdelila sva pisne informacije in soglasja za starše (Priloga 1). Tisti, ki so se strinjali s sodelovanjem v raziskavi, so podpisali soglasje in ga oddali. Vsi podatki so bili anonimni. Ko sva zbrala vsa soglasja, sva pričela z meritvami. Meritve so bile opravljene v času ur športne vzgoje v osmih in devetih razredih. Vse meritve so bile opravljene dopoldan med 10. in 12. uro. Izmerila sva 15 dečkov in 21 deklic. Za merjenje sva uporabila tehtnico, višinomer, kaliper (merilec kožnih gub), šiviljski meter in analizator telesne sestave BioScan 920-II (Maltron Internacional, Rayleigh, ZDA). Liam je meril dečke, Neli pa deklice. Najprej sva izmerila višino in maso, nato kožne gube (trebušno, prsno, stegensko in triceps kožno gubo) in obseg pasu. Na koncu sva opravila biomedančno meritev telesne setave.

Kožne gube sva merila po postopku, opisanem v knjigi Antropometrija (Lasan, 1990). Merila sva tako, da so udeleženci mišico sprostili, nato sva s palcem in kazalcem prijela kožo in podkožno maščevje. Pri tem sva pazila, da zraven nisva zagrabila tudi mišice. Nato sva kožno gubo prijela s kaliperjem, počakala do umiritve kazalca in zapisala meritev. Mesto merjenja je bilo prilgojeno za vsako gubo. Stegensko gubo sva izmerila navpično na sredini stegna, trebušno navpično približno 2 cm stran od popka. Tricepsovo kožno gubo sva izmerila prav tako navpično na sredini zadnje strani nadlahti. Prsno kožno gubo sva izmerila diagonalno, pri dečkih na eni polovici razdalje med sprednjo pazdušno črto in prsno bradavico, pri deklicah pa na eni tretjini te razdalje (10).

Obseg pasu sva izmerila s šiviljskim metrom v višini popka.

Meritve bioimpedance je potekala tako, da so udeleženci legli na blazino, na roko in nogo sva jim nalepila po dve samolepilni elektrodi. Ena elektroda je bila postavljena tik nad tretji prst roke in noge, drugi dve pa na zapestje in nart v skladu z navodili proizvajalca (Slika 4).



Slika 4: Namestitev elektrod za bioimpedančno meritev (*Meritve Sestave Telesa / Insinergija, 2022*)

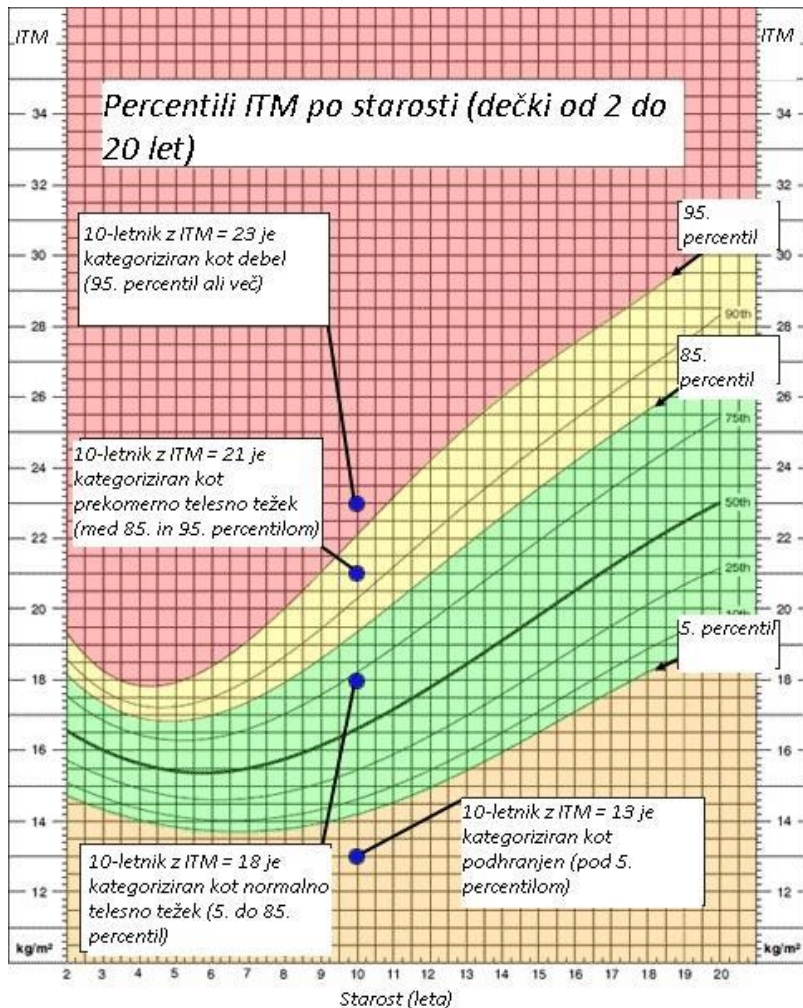
V program naprave smo nato vnesli njihovo telesno višino, telesno maso, starost in spol. Postopek je potekal približno tri minute. Rezultate vseh meritev smo zapisovali na merilni list (Priloga 2).

Po koncu vseh meritev sva zbrane podatke vpisala v Excelovo razpredelnico.

### 3.2 Obdelava podatkov

Glede na štiri antropometrične vrednosti (kriteriji) sva udeležence razdelila v skupino A - normalna telesna masa in skupino B - prekomerna telesna masa in debelost. Meja med normalno in prekomerno telesno maso za posamezne kriterije je bila:

- kriterij ITM: meja je 85. percentila v ITM-starostni krivulji za deklice in fante (Slika 5),
- kriterij RPV: meja je vrednost 0,5 (Kotnik, 2017),
- kriterij % maščevja BIA: nad 25% za dečke in nad 30% deklice (Sardinha et al., 1999; Taylor et al., 2003),
- kriterij KGT: 75 percentila (Tabela 1) (Sarría et al., 1998).



Slika 5: Rastne krivulje za fante med 2. in 20. letom starosti (Korošec et al., 2018)

Antropometrične vrednosti sva izračunala po spodnjih enačbah:

Indeks telesne mase:  $ITM = \text{telesna masa (kg)} / \text{telesna višina (m}^2\text{)}$

Razmerje obseg pasu in višina (RPV):  $\text{obseg pasu (cm)} / \text{telesna višina (cm)}$

Napoved odstotka maščevja iz kožnih gub sva izračunala iz enačbe po Leanu (Rodríguez et al., 2005)

Deklice:  $\text{Odstotek telesnega maščevja (\%)} = 0.730 \times ITM + 0.548 \times \text{tric} + 0.270 \times \text{starost} - 5.9$

Fantje:  $\text{Odstotek telesnega maščevja (\%)} = 0.742 \times ITM + 0.95 \times \text{tric} + 0.335 \times \text{starost} - 20$

Napoved odstotka maščevja po Jackson Pollockovi enačbi (Jackson & Pollock, 1985):

$$\text{Deklice} = 1.0994921 - (0.0009929 \times \text{vsota treh gub v mm}) + (0.0000023 \times [\text{vsota treh gub}]^2) - (0.0001392 \times \text{starost})$$

$$\text{Fantje} = 1.10938 - (0.0008267 \times \text{vsota treh gub v mm}) + (0.0000016 \times [\text{vsota treh gub}]^2) - (0.0002574 \times \text{starost})$$

Razlike v povprečnih vrednostih meritev med spoloma in treniranimi/netreniranimi smo primerjali z uporabo t-testa. Delež otrok s prekomerno telesno maso/ debelostjo smo primerjali s hi kvadrat testom. Povezanost antropometričnih vrednosti in odstotka maščevja, izmerjenega z bioimpedančno meritvijo, smo preverili z izračunom koeficienta povezanosti (r). Ta koeficient ima lahko vrednosti med -1 in 1. Vrednost r=1 pomeni popolno ujemanje. Bolj kot je vrednost r bližje 0, slabše je ujemanje. Pozitiven koeficient povezanosti pomeni, da vrednosti premo sorazmerno naraščata. Velja tudi obratno. Hipoteze smo sprejemali s 5 % tveganjem ( $p < 0,05$ ).

## 4 Rezultati

V raziskavi je sodelovalo 15 fantov in 21 deklet. Povprečna starost otrok je bila 13,5 let (razpon 12-15 let), razlike med spoloma ni bilo (Tabela 2). Povprečno so bili visoki 166,3 cm, dekleta so bila značilno nižja od fantov. Povprečna telesna masa je bila 55,8 kg, dekleta so bila lažja od fantov (52,6 proti 60,5 kg), vendar razlika ni bila značilna. Podobne vrednosti med spoloma smo zaznali pri obsegu pasu, prsni in trebušni kožni gubi, indeksu telesne mase in razmerju med obsegom pasu in telesno višino. Značilno višje povprečne vrednosti so imela dekleta pri kožni gubi triceps, stegenski kožni gubi in in izmerjenem odstotku maščevja (BIA).

Tabela 2: Primerjava povprečnih vrednosti meritev med spoloma

	Fantje (povprečje)	Dekleta (povprečje)	p vrednost*
Starost (leta)	13,4	13,6	0,387
Telesna višina (cm)	171,2	162,9	<b>0,005</b>
Telesna masa (kg)	60,5	52,6	0,076
Obseg pasu (cm)	76,0	70,7	0,055
Prsna kožna guba (mm)	6,0	6,9	0,460
Triceps kožna guba (mm)	9,6	12,7	<b>0,006</b>
Trebušna kožna guba (mm)	11,6	12,0	0,822
Stegenska kožna guba (mm)	12,7	21,5	<b>0,000</b>
Odstotek maščevja BIA (%)	19,43	24,65	<b>0,000</b>
Indeks telesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	20,45	19,68	0,497
Razmerje obseg pasu/telesna višina	0,44	0,43	0,489

Legenda: \*-T test, značilna razlika  $p < 0,05$ ; BIA-bioimpedanca

Izmerjene antropometrične vrednosti smo uredili v tabelo (Priloga 3), ter iz njih izračunali dodatne antropometrične vrednosti po formulah, opisanih v materialih in metodah dela (Priloga 4). Točnost napovedi izračunanega odstotka maščevja z enačbo v primerjavi z izmerjenim odstotkom maščevja (BIA) smo preverili s t - testom (Tabela 3).

Tabela 3: Primerjava med izračunanim in izmerjenim odstotkom maščevja po spolu

	Odstotek maščevja (povprečje)		p*	Odstotek maščevja (povprečje)		p*
	BIA	Pollock		BIA	Lean	
Fantje	19,4	4,0	0,000	19,4	8,7	0,000
Dekleta	24,6	13,1	0,000	24,6	19,1	0,000

Legenda: \*- $H_i^2$ , značilna razlika  $p < 0,05$ ; BIA-bioimpedanca; Pollock-napoved odstotka maščevja po Jackson Pollock-ovi enačbi; Lean- napoved odstotka maščevja po Lean-ovi enačbi

Ocena odstotka maščevja po Jackson Pollocku je bila veliko nižja od izmerjene in tudi nižja od Leanove ocene. Izračun po Leanu je napovedal višji odstotek maščevja, vendar še vedno veliko manjši od dejansko izmerjenega odstotka. Razlika med izmerjeno in izračunano vrednostjo je bila značilna za obe formuli in za oba spola. Zaradi značilne razlike v nadaljevanju prekomerne telesne mase in debelosti nismo določali z uporabo teh napovednih enačb.

Ujemanje antropometričnih vrednosti in odstotka maščevja, izmerjenega z bioimpedančno meritvijo, prikazuje Tabela 4.

Tabela 4: Povezanost antropometričnih vrednosti in odstotka maščevja (BIA)

Antropometrične vrednosti	Odstotek maščevja (BIA)		
	Koefficient povezanosti r		
	Fantje	Dekleta	Skupaj oba spola
Telesna višina	.163	.275	-.135
Telesna masa	.493	.750*	.275
Indeks telesne mase	.548*	.802*	.458*
Obseg pasu	.408	.758*	.226
Razmerje obseg pasu/telesna višina	.400	.680*	.352*
Prsna kožna guba	.515*	.532*	.468*
Triceps kožna guba	.350	.500*	.575*
Trebušna kožna guba	.399	.521*	.387*
Stegenska kožna guba	.276	.704*	.704*

Legenda: \*- $p < 0,05$ ; BIA-bioimpedanca



Povezanost antropometričnih meritev in odstotka maščevja je bila večja pri dekletih kot pri fantih. Najvišjo povezanost smo zaznali med indeksom telesne mase pri dekletih z vrednostjo koeficienta povezanosti 0,802. Pri fantih je bila ta povezanost manjša, vendar vseeno značilna z r vrednostjo 0,548. Pri fantih smo značilno povezanost zaznali še pri prsni kožni gubi, pri dekletih pa pri telesni masi, obsegu pasu, RPV-ju, prsni kožni gubi, trebušni kožni gubi, tricepsovi kožni gubi in stegenski kožni gubi.

V nadaljevanju smo učence razdelili v skupino normalno težkih (skupina A) in skupino s prekomerno telesno maso in debelostjo (skupina B) (Tabela 5). Uporabili smo štiri kriterije: ITM, RPV, KGT in izmerjen odstotek maščevja. Ločili smo jih po mejah, opisanih v materialih in metodah dela. Zaradi majhnega števila otrok v skupini B jih nisva ločila po spolu.

Tabela 5: Razdelitev otrok v skupino normalno težkih (A) in prekomerno težkih/debelih (B) po različnih kriterijih

Skupina	BIA	ITM	KGT	RPV
A	97,2 %	88,9 %	91,7 %	91,7 %
B	2,8 %	11,1 %	8,3 %	8,3 %

Legenda: BIA-bioimpedanca; ITM-indeks telesne mase; KGT-kožna guba tricepsa; RPV-razmerje obsega pasu in višine

Najmanj udeležencev v skupini B je pokazala razdelitev po BIA kriteriju, samo 2,8 %. Razdelitev po KGT in RPV je bila enaka z 8,3 % udeležencev v skupini B. Največ udeležencev v skupini B (11,1 %) je pokazala razdelitev po ITM-ju. Povezanost napovedi prekomerne telesne mase in debelosti smo preverili med posameznimi kriteriji s hi kvadrat testom (Tabela 6).

Tabela 6: P vrednosti hi kvadrat testa za povezanost napovedi prekomerne telesne mase in debelosti med posameznimi kriteriji

	ITM (p*)	KGT (p*)	RPV (p*)
BIA	0,164	0,303	0,303
ITM	X	0,691	0,691
KGT	X	X	1

Legenda: BIA-bioimpedanca; ITM-indeks telesne mase; KGT-kožna guba tricepsa; RPV-razmerje obsega pasu in višine; \*-Hi2, značilna razlika p<0,05

Ugotovili smo, da različne napovedi prekomerne telesne mase in debelosti med seboj niso pokazale značilnih razlik. To v našem primeru pomeni, da so napovedi po ITM, KGT in RPV enako natančne kot napoved z uporabo bioimpedančne meritve.

Udeležence smo razdelili tudi na skupini treniranih in netreniranih. Trenirani so bili tisti, ki so trenirali kakšen šport izven šole. Primerjali smo povprečne rezultate pri posamezni skupini, da ugotovimo, kako status treniranosti vpliva na rezultate (Tabela 7).

Tabela 7: Primerjava povprečnih vrednosti meritev med treniranimi in netreniranimi udeleženci

	Trenirani	Netrenirani	p*
Telesna višina (cm)	170,9	162,7	<b>0,005</b>
Telesna masa (kg)	61	51,7	<b>0,033</b>
Prsna kožna guba (mm)	6,2	6,8	0,597
Triceps kožna guba (mm)	10	12,5	<b>0,032</b>
Trebušna kožna guba (mm)	11,7	11,9	0,881
Stegenska kožna guba (mm)	16,1	19,2	0,195
Obseg pasu (cm)	75,3	71	0,122
Indekst telesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	20,68	19,45	0,271
Razmerje obseg pasu/telesna višina	0,44	0,44	0,812
Odstotek telesnega maščevja (%)	20,98	23,67	0,056

Legenda: \*-T test, značilna razlika p<0,05;

Rezultati so pokazali, da so udeleženci, ki redno trenirajo, značilno višji in težji ter imajo manjšo debelino tricepsove kožne gube kot netrenirani. Pri drugih antropometričnih meritvah nismo zaznali razlik med njimi. Trenirani udeleženci so imeli nižji odstotek maščevja, vendar je bila razlika mejno značilna.

## 5 Razprava

V naši raziskavi smo ugotovili, da so antropometrične vrednosti (debeline kožnih gub, ITM in obseg pasu) dobro povezane z odstotkom telesnega maščevja predvsem pri deklicah. Pri fantih smo to povezanost zaznali samo za ITM in debelino prsne kožne gube.

Ko smo z enostavnimi antropometričnimi vrednostmi opredelili delež otrok s prekomerno telesno maso/debelostjo, smo ugotovili, da so ti deleži višji kot pri določanju debelosti z uporabo bioimpedančno izmerjenega odstotka telesnega maščevja. Te razlike niso bile značilne, kar je lahko povezano z majhnim vzorcem.

Določanje prekomerne telesne mase/debelosti je pri najstnikih zelo težavno, saj se strokovnjaki težko dogovorijo, kateri kriterij spremljati in z njim oceniti status hranjenosti. Glavni problem pri tem je dejstvo, da se z začetkom pubertete začnejo kazati razlike v telesni sestavi med spoloma. Dekleta dobivajo več maščevja in jim debeline kožnih gub naraščajo, medtem ko se pri fantih to ne dogaja. To lahko opazimo tudi v tabeli 2, kjer so imela dekleta povprečno debelino kožne gube 12,7 mm, fantje pa 9,6 mm in je bila razlika med spoloma značilna. Ob tem se povprečni ITM, ki je bil pri fantih 20,45 kg/m<sup>2</sup>, pri dekletih pa 19,68 kg/m<sup>2</sup>, ni značilno razlikoval med spoloma. Ker kožne gube govorijo o deležu podkožnega maščevja (in niso samo razmerje med telesno maso in višino kot je ITM) lahko boljše ločujejo med najstniki s prekomerno telesno maso/debelostjo in normalno telesno maso. Zato se moramo najstniki tudi zavedati, da je za razumevanje statusa hranjenosti zelo pomembno poznati telesno sestavo (delež telesnega maščevja in delež mišične mase).

V uvodu smo že povedali, da so nekatere metode, kot je na primer podvodno tehtanje, zelo natančne pri določitvi deleža telesnega maščevja, vendar so zelo zapletene in neuporabne pri merjenju večjega števila najstnikov. Zato poskušamo delež maščevja napovedati iz kožnih gub ali pa izmeriti z neko drugo, bolj enostavno metodo. V naši raziskavi smo naredili oboje. Odstotek maščevja smo izmerili z bioimpedančno metodo, ki smo jo podrobno opisali v uvodu in metodah. Fantje so imeli 19 %, dekleta pa 25 % telesnega maščevja (Tabela 2). Naše podatke smo primerjali z raziskavama iz ZDA in Portugalske, v katerih so odstotek telesnega maščevja

prav tako določali z bioimpedančno metodo. Primerjava rezultatov teh raziskav je pokazala, da se podatki z nekaj manjšimi razlikami večinoma ujemajo (Tabela 8).

Tabela 8: Primerjava povprečnih vrednosti odstotka maščevja, izmerjenih z bioimpedančno metodo

Avtor	Država	Spol	N	Starost	Odstotek maščevja
Lohman (Lohman & Going, 2006)	ZDA	dekleta	np	12	24,8
		fantje	np	12	18,4
		dekleta	np	14	29,1
		fantje	np	14	18,4
Marques-Vidal (Marques-Vidal et al., 2008)	Portugalska	dekleta	259	13	26,5
		fantje	289	13	21,6
		dekleta	323	14	26,6
		fantje	312	14	19,2
Naša raziskava	Slovenija	dekleta	21	13,6	24,7
		fantje	15	13,4	19,4

Legenda: N – število udeležencev; np – ni podatka

Z uporabo napovednih enačb se iz debeline kožnih gub lahko izračuna tudi odstotek maščevja, zato smo te enačbe uporabili tudi mi. Ker se v Sloveniji v programu SLOfit redno spremlja debelina kožne gube tricepsa, smo uporabili edino enačbo, ki napoveduje odstotek telesnega maščevja samo iz kožne gube tricepsa. To je enačba po Leanu, ki smo jo opisali pri metodah. Za drugo enačbo smo izbrali Jackson Pollockovo enačbo, ki odstotek maščevja napoveduje iz treh kožnih gub in je prav tako opisana v metodah. Ko smo opravili izračune (Tabela 3) smo ugotovili, da so pri obeh spolih, zlasti pri dečkih, dobljene vrednosti močno nižje od tistih, ki smo jih izmerili z bioimpedančno. Te razlike so bile tudi značilne ( $p < 0,05$ ).

Naši rezultati so pokazali, da so se vrednosti izmerjenega odstotka maščevja ujemale tudi s tujimi podatki, zato smo sklenili, da napovedni enačbi po Leanu in Jackson Pollocku nista primerni za najstnike. Ko smo podrobneje prebrali gradiva, smo ugotovili, da se ti enačbi, čeprav

se pogosto uporabljata in sta zelo znani, uporabljata samo za odrasle in da niso primerne za najstnike. Sami menimo, da je to pomanjkljivost naše raziskave, saj bi to lahko ugotovili tudi prej. V literaturi smo potem odkrili, da so že drugi avtorji prišli do enakih ugotovitev (Rodríguez et al., 2005). Najboljša enačba, ki je primerna tudi za najstnike, naj bi bila enačba po Slaughterju (Tabela 9), ki je prav tako uporabna za oba spola. Za izračun odstotka maščevja po tej enačbi potrebujemo poleg tricepsove kožne gube tudi podlopatično kožno gubo, ki je mi v raziskavi nismo merili, zato po tej enačbi nismo mogli izračunati deleža maščevja in ga primerjati s tistim, ki je bil izmerjen z bioimpedančno metodo.

Tabela 9: Napoved odstotka telesnega maščevja z enačbo po Slaughterju

	Vsota tricepsove in podlopatične kožne gube	
	< 35 mm	≥ 35 mm
Fantje	$1,21 \times (\text{triceps} + \text{podlopatična}) - 0,008 \times (\text{triceps} + \text{podlopatična})^2 - 1,7$	$0,783 * (\text{triceps} + \text{podlopatična}) + 1,6$
Dekleta	$1,33 \times (\text{triceps} + \text{podlopatična}) - 0,013 \times (\text{triceps} + \text{podlopatična})^2 - 2,5$	$0,546 * (\text{triceps} + \text{podlopatična}) + 9,7$

Na koncu je bila zanimiva tudi opravljena primerjava treniranih in netreniranih najstnikov. Trenirani najstniki so bili višji in težji, zato so imeli tudi višji ITM kot netrenirani vrstniki. Na podlagi tega bi samo ob spremljanju ITM lahko napačno sklepali o njihovem statusu prehranjenosti. Na primer: ITM je narobe razvrstil tri učence v skupino s prekomerno telesno maso/debelostjo. Od tega sta bila dva trenirana. Zato so nam v takšnih primerih v pomoč druge antropometrične vrednosti (debelina kožnih gub), ki govorijo o telesnem maščevju in tudi o telesni sestavi. V našem primeru se vidi, da so bile debeline kožnih gub treniranih najstnikov manjše kot pri netreniranih, pri čemer je bila razlika značilna samo za tricepsovo kožno gubo. Prav ta kožna guba se spremlja tudi v sklopu SLOfit meritev. Naša raziskava dodatno pokaže tudi, da so imeli trenirani najstniki tudi nižji (21 %) odstotek telesnega maščevja kot netrenirani vrstniki (24 %).

## 6 Zaključek in sklepi

### 6.1 Potrditev oz. zavrnitev hipotez

H1: Z enostavnimi antropometričnimi meritvami lahko točno napovemo prekomerno telesno maso/debelost pri najstnikih.

**Hipotezo 1** glede na naše ugotovitve **potrdimo**, ker nismo pokazali, da med različnimi načini napovedi prekomerne telesne mase/debelosti obstajajo značilne razlike. Radi bi opozorili, da je ta ugotovitev lahko povezana z majhnim vzorcem.

H2: Antropometrične vrednosti debeline kožnih gub, indeksa telesne mase in razmerja obsega pasu in telesne višine so dobro povezane z izmerjenim odstotkom telesnega maščevja

**Hipotezo 2** glede na naše ugotovitve **potrdimo**, saj je koeficient povezanosti pokazal značilne povezave med debelino kožnih gub, indeksom telesa mase, razmerjem obsega pasu in telesne višine ter z bioimpedanco izmerjenim odstotkom maščevja. Hipoteza je bolj držala pri dekletih kot pri fantih.

### 6.2 Sklepi

V raziskavi smo ugotovili, da so antropometrične vrednosti dobro povezane z odstotkom telesnega maščevja pri najstnikih, še zlasti pri najstnicah. Ugotovili smo, da med različnimi načini napovedi prekomerne telesne mase/debelosti pri najstnikih obstajajo razlike, ki pa niso nujno značilne. Pri napovedi odstotka maščevja z enačbami moramo biti previdni, katero uporabimo, saj niso vse enačbe uporabne za vse starosti. Če želimo napovedati odstotek maščevja pri najstnikih z ustrezno enačbo, bi morali spremljati tudi podlopatično kožno gubo. Prišli smo tudi do ugotovitve, da moramo za celovito razumevanje statusa hranjenosti poznati ne samo telesno maso temveč tudi telesno sestavo posameznika.

### **6.3 Nadaljnje delo**

Predlagamo, da bi ob prihodnji podobni raziskavi vključili tudi merjenje podlopatične kožne gube. Ker so bili pri nas vprašalniki anonimni, sami nismo mogli naknadno izmeriti in dodati teh podatkov, meritve pa so bile otežkočene tudi zaradi epidemioloških razmer. Poleg tega bi bilo zelo uporabno dodati tudi bolj podroben vprašalnik o gibanju ter potem preveriti povezanost med količino gibanja in telesno sestavo.

## **7 Zahvale**

Rada bi se zahvalila vsem, ki so pomagali pri nastanku te raziskovalne naloge.

Zahvalila bi se vsem učencem, ki so sodelovali pri raziskavi. Hvala učiteljem športne vzgoje Barbari Perhaj, Nataši Skala, Roku Zakrajšku in Anžetu Krajncu, ki so nama omogočili izvedbo meritev in izposajo šolskih merilnih pripomočkov. Hvala Inštitutu za šport in g. Janezu Vodičarju za izposajo bioimpedančne naprave in g. Hadžiću za pomoč pri statistični obdelavi podatkov. Hvala tudi lektorici Marinki Vičič. Na koncu bi se zahvalila še mentorici Ani Košir za vso pomoč pri izvedbi te raziskave.

## 8 Priloge

### Priloga 1: Pisne informacije in soglasje

Spoštovani!

Sva Neli in Liam, učenca devetega razreda. Letos sva se odločila, da bova naredila raziskovalno nalogo. Z raziskovalno nalogo bi želela preveriti, kako natančna je ocena deleža telesne maščobe, pridobljena z običajnimi preprostimi meritvami. V nalogi bova zbirala podatke o telesni višini, telesni teži, obsegu trebuha in debelini kožne gube. Zbrane podatke bova vodila popolnoma anonimno, brez imena in priimka, tako da nihče od udeležencev ne bo mogel poznati osebnih podatkov drugih udeležencev.

Raziskavo bi opravili pri učencih 8. in 9. razreda pri čemer bova uporabila tehtnico, višinomer, šiviljski trak, merilec kožne gube ter analizator telesne sestave (t. i. bioimpedanca).

Metoda bioimpedance je enostaven in praktičen način meritve sestave telesa, ki temelji na podlagi meritve električne prevodnosti tkiv. Na roko in nogo nalepimo elektrodo (kot pri merjenju EKG) in vmes steče šibek tok. Meritev traja par minut, je popolnoma neboleča, neinvazivna in nenevarna. Poda podatke o deležu mišic, maščobe in vode v telesu. Redno se uporablja, npr. pri športnikih, za spremljanje učinkov treningov.

Vljudno prosiva za dovoljenje, da vaš otrok sodeluje v najini raziskavi. Merjenje bo opravljeno v času športne vzgoje, samo enkrat. Liam bo meril dečke, Neli pa deklice. Vrednosti meritev bova zapisala pod številkami, brez podatkov učenca.

Za morebitno sodelovanje se najlepše zahvaljujema.

Učenec (-ka) \_\_\_\_\_ se lahko udeleži raziskave o natančnosti napovedi odstotka telesne maščobe izračunane iz meritev višine, teže, obsega in kožne gube.

Podpis staršev:



Priloga 2: Merilni list

# MERILNI LIST

Datum meritve:

Obseg pasu:

---

Starost:

Telesna višina:

---

Telesna masa:

Treniranost:

Da

Ne

---

Prsna kožna guba:

Triceps kožna guba:

---

Trebušna kožna guba:

Stegenska kožna guba:

---

Koda merjenca:

% Maščevja

---

## Priloga 3: Izmerjene antropometrične vrednosti

Merjenec	Obseg pasu (cm)	Telesna višina (cm)	Telesna masa (kg)	Prsna kožna guba (cm)	Stegenska kožna guba (cm)	Triceps kožna guba (cm)	Trebušna kožna guba (cm)	Odstotek maščevja (BIA, %)
D1	72	162	54,5	9	22	15	11	26,28
D2	83	164	66	22	38	22	26	29,23
F1	76	178,3	66,7	5,4	9,2	8,2	10	20
D3	57	172	44,8	3,2	11	6,2	6,2	18
F2	78	166	55,8	6	16	11,1	14	8,9
F3	102	180,5	103	12	25	14	23	27
F4	80	191,5	67,9	5	10	8	11,4	17,5
F5	83	178,6	71,6	11	17,4	13	16	22
F6	82,5	175,5	64,7	6	11	10,4	12,8	21,89
F7	75	173	54,8	5,4	13,8	7,2	7	18
F8	72	166,5	53,2	5,6	9,4	6,5	10,4	18,2
D4	70	165,5	57,2	6	24	12	14,4	27,7
D5	69	166,7	53,2	5	22	8,8	10	25,6
D6	67	161,8	41,3	5	13,4	8,4	8,4	20,8
D7	74	165	56,5	6	25,4	14	14,3	20,9
D8	67	163,7	46,7	6,4	19,8	10,4	11	24,09
D9	63	143	32,4	7	16,3	11,3	10	22,8
D10	72	165,5	61	4,3	16	13,4	10,4	25,69
D11	71	157	47,5	6,2	15	14	15,4	25,96
D12	66	166	47,8	5	15,6	9	12	22,49
D13	70	158	40,8	5	22	12	14,3	21,94
D14	78	168,3	62	7	27	10	9	28,27
D15	80	170,3	62,4	9	25	13,8	10	26
D16	71	166,8	56,4	6,7	24	15	16	25,61
D17	62	155	40,2	*	15	13	8	22,64
D18	71	153,5	49,4	7	22	18,8	10	22
D19	86	171,5	82,9	10	34	17	16	30,59
F9	75	170	63,3	7	12	11	14,4	21
D20	68	164,1	53,3	4,2	18	13,4	11	26
F10	75	160,5	51,7	6	13	12	15	20,6
F11	63	153,8	37,9	4,8	8	8	7,2	21,48
F12	73	180	66	3,4	11,5	7,9	8	19,23
D21	67	160,5	47,4	4	26	9,5	8	25,04
F13	66	163,3	46,6	4,3	13,8	9,9	6,7	18,28
F14	72	169,7	54,2	4,2	11,6	8	8,9	18,25
F15	67	160,6	49,4	4,4	9	8,3	9,8	19,19

Legenda: D-deklica; F-fant; BIA – bioimpedanca; \*-manjkajoča meritev

## Priloga 4: Izračunane antropometrične vrednosti

Merjenec	ITM (kg/m <sup>2</sup> )	RPV	Pollock (%)	Lean (%)
D1	20,8	0,44	13.61	21.01
D2	24,5	0,51	28.29	27.82
F1	21	0,43	2.28	8.06
D3	15,1	0,33	5.34	12.30
F2	20,2	0,47	6.03	10.56
F3	31,6	0,57	13.14	21.44
F4	18,5	0,42	2.86	6.02
F5	22,4	0,46	8.51	13.66
F6	21	0,47	3.84	9.82
F7	18,3	0,43	2.68	4.77
F8	19,2	0,43	2.31	4.44
D4	20,9	0,42	14.49	19.44
D5	19,1	0,41	11.80	16.65
D6	15,8	0,41	7.75	13.48
D7	20,8	0,45	15.09	21.01
D8	17,4	0,41	11.81	16.01
D9	15,8	0,44	10.33	15.34
D10	22,3	0,44	11.59	19.37
D11	19,3	0,45	9.40	21.50
D12	17,3	0,40	10.07	15.17
D13	16,3	0,44	13.41	16.36
D14	21,8	0,46	14.04	19.27
D15	21,5	0,47	14.41	21.14
D16	20,3	0,43	15.39	20.92
D17	16,7	0,40	*	17.20
D18	21	0,46	12.62	23.78
D19	28,3	0,50	20.06	27.86
F9	21,9	0,44	5.10	11.39
D20	19,8	0,41	10.30	19.41
F10	20,5	0,47	5.17	10.97
F11	16,2	0,41	.66	3.98
F12	20,4	0,41	1.61	7.00
D21	18,4	0,42	12.12	16.25
F13	17,5	0,40	2.23	6.75
F14	18,8	0,42	2.20	5.90
F15	19,2	0,42	1.71	6.49

Legenda: D-deklica; F-fant; ITM-indeks telesne mase (ITM= telesna masa/višina<sup>2</sup>); RPV-razmerje obseg pasu/višina; Pollock-napoved odstotka maščevja po Jackson Pollock-ovi enačbi; Lean- napoved odstotka maščevja po Lean-ovi enačbi; \*-zaradi manjkajoče meritve izračun ni mogoč.

## 9 Viri in literatura

- Addo, O. Y., & Himes, J. H. (2010). Reference curves for triceps and subscapular skinfold thicknesses in US children and adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91(3), 635–642. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28385>
- Analiza bioelektrične impedance - sl.rinaldipedia.com.* (2022). <https://sl.rinaldipedia.com/413437-bioelectrical-impedance-analysis-UBMIXF>
- Antropometrične meritve – Prehranska klinika.* (2022). <http://prehranskaklinika.si/meritve/antropometricne-meritve/>
- Gabrijelčič Blenkuš, M., & Robnik, M. (2016). *Prekomerna prehranjenost pri otrocih in mladostnikih v Sloveniji II.* [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/debelost\\_pri\\_o-m\\_daljsa\\_spletna\\_julij2016\\_final.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/debelost_pri_o-m_daljsa_spletna_julij2016_final.pdf)
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1985). Practical Assessment of Body Composition. *The Physician and Sportsmedicine*, 13(5), 76–90. <https://doi.org/10.1080/00913847.1985.11708790>
- Korošec, A., Gabrijelčič Blenkuš, M., & Robnik, M. (2018). *Otroška debelost v Sloveniji strokovna izhodišča za stroškovno oceno.* [http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/stroski\\_otroske\\_debelosti.pdf](http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/stroski_otroske_debelosti.pdf)
- Kotnik, P. (2017). Debelost in zapleti debelosti pri otrocih in mladostnikih. *Slov Pediatr*, 24, 60–67.
- Lasan, M. (1990). *Antropometrija: (priročnik za študente Fakultete za telesno kulturo in trenerje)* (M. Lasan, Ed.; 2nd ed.). Fakulteta za telesno kulturo.
- Lohman, T. G., & Going, S. B. (2006). What to measure? Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. In *Food and Nutrition Bulletin* (Vol. 27, Issue 4).
- Marques-Vidal, P., Marcelino, G., Ravasco, P., Camilo, M. E., & Oliveira, J. M. (2008). Body fat levels in children and adolescents: Effects on the prevalence of obesity. *E-SPEN*, 3(6). <https://doi.org/10.1016/j.eclnm.2008.07.007>
- Meritve sestave telesa | Insinergija.* (2022). <http://www.insinergija.si/storitve-insinergije/bia-bioimpedanca-meritev-sestave-telesa/>
- Planinšec, J., & Fošnarič, S. (2009). Body Mass Index and Triceps Skinfold Thickness in Prepubertal Children in Slovenia. *Collegium Antropologicum*, 33(2), 341–345. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19662749/>
- Rodríguez, G., Moreno, L. A., Blay, M. G., Blay, V. A., Fleta, J., Sarría, A., & Bueno, M. (2005). Body fat measurement in adolescents: Comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(10), 1158–1166. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602226>
- Sardinha, L. B., Going, S. B., Teixeira, P. J., & Lohman, T. G. (1999). Receiver operating characteristic analysis of body mass index, triceps skinfold thickness, and arm girth for obesity screening in children and adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(6), 1090–1095. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.6.1090>
- Sarría, A., García-Llop, L. A., Moreno, L. A., Fleta, J., Morellón, M. P., & Bueno, M. (1998). Skinfold thickness measurements are better predictors of body fat percentage than body mass index in male Spanish children and adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition*, 52(8), 573–576. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600606>
- Starč, G., Strel, J., Kovač, M., Leskošek, B., Sorić, M., & Jurak, G. (2020). *SLOfit 2020 - Poročilo o telesnem in gibalnem razvoju otrok in mladine v šolskem letu 2019/20.* <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4289367>
- Taylor, R. W., Falorni, A., Jones, I. E., & Goulding, A. (2003). Identifying adolescents with high percentage body fat: A comparison of BMI cutoffs using age and stage of pubertal development compared with BMI cutoffs using age alone. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(6). <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601608>